

LUBRICATING OIL FOR BEARING

Patent number: JP2002146374
Publication date: 2002-05-22
Inventor: KAWAHARA YASUYUKI; TAKAHASHI KOJI; TAKII
MAIKO; TOMIZAWA HIROTAKA
Applicant: NEW JAPAN CHEM CO LTD
Classification:
- international: C10M105/34; C10M105/36; C10M105/38; F16C33/10;
C10N20/04; C10N30/02; C10N30/08; C10N40/02
- european:
Application number: JP20010254398 20010824
Priority number(s): JP20010254398 20010824; JP20000262433 20000831

Abstract of JP2002146374

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lubricating oil for bearing having a low viscosity, and excellent in heat resistance, lubricating ability and low-temperature fluidity. **SOLUTION:** The lubrication oil contains an aliphatic monocarboxylic acid ester obtained by esterifying a 7-16C aliphatic saturated monocarboxylic acid with an 8-16C aliphatic saturated monohydric alcohol.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-146374

(P 2 0 0 2 - 1 4 6 3 7 4 A)

(43) 公開日 平成14年5月22日(2002.5.22)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
C10M105/34		C10M105/34	3J011
105/36		105/36	4H104
105/38		105/38	
F16C 33/10		F16C 33/10	Z
// C10N 20:04		C10N 20:04	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全18頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-254398(P 2001-254398)	(71) 出願人	000191250 新日本理化株式会社 京都府京都市伏見区葭島矢倉町13番地
(22) 出願日	平成13年8月24日(2001.8.24)	(72) 発明者	川原 康行 京都府京都市伏見区葭島矢倉町13番地 新 日本理化株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2000-262433(P2000-262433)	(72) 発明者	高橋 孝司 京都府京都市伏見区葭島矢倉町13番地 新 日本理化株式会社内
(32) 優先日	平成12年8月31日(2000.8.31)	(72) 発明者	滝井 真希子 京都府京都市伏見区葭島矢倉町13番地 新 日本理化株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸受用潤滑油

(57) 【要約】

【目的】 低粘度であり、且つ、耐熱性、潤滑性、低温流動性に優れた軸受用潤滑油を提供する。

【構成】 炭素数7～16の脂肪族飽和モノカルボン酸と炭素数8～16の脂肪族飽和一価アルコールとをエステル化して得られる脂肪族モノカルボン酸エステルを含有することを特徴とする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素数7～16の脂肪族飽和モノカルボン酸と炭素数8～16の脂肪族飽和一価アルコールとをエステル化して得られる脂肪族モノカルボン酸エステルを含有することを特徴とする軸受用潤滑油。

【請求項2】 脂肪族モノカルボン酸エステルの分子量が300以上である、請求項1に記載の軸受用潤滑油。

【請求項3】 脂肪族モノカルボン酸エステルが、
①炭素数8～14の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸と炭素数8～12の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールとをエステル化して得られる脂肪族モノカルボン酸エステル、及び、

②炭素数8～14の脂肪族飽和分岐鎖状モノカルボン酸と炭素数8～12の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールとをエステル化して得られる脂肪族モノカルボン酸エステル、及び、

③炭素数8～14の脂肪族飽和分岐鎖状モノカルボン酸と炭素数8～12の脂肪族飽和直鎖状一価アルコールとをエステル化して得られる脂肪族モノカルボン酸エステルからなる群から選ばれる1種若しくは2種以上であることを特徴とする、請求項1に記載の軸受用潤滑油。

【請求項4】 更に、二塩基酸エステル及び／又はポリオールエステルを軸受用潤滑油に対し10～60重量%含有することを特徴とする、請求項1に記載の軸受用潤滑油。

【請求項5】 二塩基酸エステルが、アジピン酸ジ(2-エチルヘキシル)、アジピン酸ジイソノニル、アジピン酸ジ(3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、アジピン酸ジイソデシル、アジピン酸ジイソトリデシル、アゼライン酸ジ(2-エチルヘキシル)、アゼライン酸ジイソノニル、アゼライン酸ジ(3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、アゼライン酸ジイソデシル、アゼライン酸ジイソトリデシル、セバシン酸ジ(2-エチルヘキシル)、セバシン酸ジイソノニル、セバシン酸ジ(3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、セバシン酸ジイソデシル、セバシン酸ジイソトリデシルから選ばれる1種若しくは2種以上である請求項4に記載の軸受用潤滑油。

【請求項6】 ポリオールエステルが、ネオペンチルグリコールと炭素数5～10の直鎖状脂肪酸とのフルエステルの1種若しくは2種以上である請求項4に記載の軸受用潤滑油。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、軸受用潤滑油、特に、焼結含油軸受用又は流体軸受用潤滑油に関し、より詳しくは、低粘度で耐熱性に優れる、エステル系焼結含油軸受用又は流体軸受用潤滑油に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から焼結含油軸受は、自動車(電装部品)、家電製品(エアコン、冷蔵庫など)、音響機器

(CDプレーヤー、MDプレーヤーなど)等の各種モーターに使用されているが、近年では、コンピューター

(記憶装置用モーター)、携帯電話(振動モーター)の急速な普及によりその需要が高まっている。又、広範囲の回転数で低振動化させるために、流体軸受の実用化も考えられている。更に最近では、機器の小型化、モーターの回転の高速化に伴い軸受に対する負荷が益々大きくなっている。これに対し、軸受材の改良が求められるとともに、使用する潤滑油に対してもより高い性能が求められている。

【0003】 焼結含油軸受用又は流体軸受用の潤滑油に求められる性能としては、耐熱性(耐酸化安定性、耐揮発性、粘度変化が小さいこと)に優れること、広い温度範囲で使用できること、潤滑性に優れること、軸受材に対する影響のないこと等が挙げられる。中でも、軸受に対する負荷増大による温度の上昇が大きい点で、耐熱性が非常に重要視されている。

【0004】 これまで焼結含油軸受用又は流体軸受用潤滑油としては、ポリ- α -オレフィンなどの合成炭化水素油、ジエステル、ポリオールエステルなどのエステル油を用いた潤滑油が優れた性能を有することが開示されている(特開平7-53984号、特開平9-125086号、特開平11-172267号など)。しかしながら、これらの潤滑油は使用条件の苛酷化に対して十分に耐えうるものではなく、更に高い性能を有する潤滑油が要望されている。

【0005】 また一方で、地球温暖化の原因である二酸化炭素の放出を抑制するため、消費電力の低減が叫ばれている。そのため摩擦によるエネルギー損失を低減するために、軸受用潤滑油も広い温度範囲で粘度が低く、摩擦抵抗の少ない油が必要となっている。しかしながら、一般に潤滑油の粘度が低くなると耐熱性、特に耐揮発性において劣るようになるため、省エネルギーに適した焼結含油軸受用又は流体軸受用潤滑油の提供には至っていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 このような状況の中で、本発明は、低粘度であり、耐熱性、潤滑性、かつ低温流動性に優れた焼結含油軸受用又は流体軸受用潤滑油を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、上記課題を達成すべく鋭意検討の結果、特定のエステルを含有する軸受用潤滑油が、低粘度であり、且つ、耐熱性にも優れており、焼結含油軸受用又は流体軸受用の潤滑油として優れた性能を有していることを見だし、かかる知見に基づいて本発明を完成するに至った。

【0008】 即ち、本発明に係る軸受用潤滑油は、炭素数7～16の脂肪族飽和モノカルボン酸と炭素数8～16の脂肪族飽和一価アルコールから得られる脂肪族モノ

カルボン酸エステルを含有することを特徴とする。

【0009】また、本発明の軸受用潤滑油は、更に二塩基酸エステル及び／又はポリオールエステルを、軸受用潤滑油に対し10～60重量%含有することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の軸受用潤滑油に係る脂肪族モノカルボン酸エステル（以下、本エステルという。）は、所定の酸成分とアルコール成分とを常法に従って、好ましくは窒素等の不活性ガス雰囲気下、エステル化触媒の存在下又は無触媒下で加熱撹拌しながら完全にエステル化することにより調製されるエステル化合物である。

【0011】本エステルの酸成分は、炭素数7～16の脂肪族飽和モノカルボン酸であり、直鎖状であっても分岐鎖状であってもよい。具体的には、*n*-ヘプタン酸、*n*-オクタン酸、*n*-ノナン酸、*n*-デカン酸、*n*-ウンデカン酸、*n*-ドデカン酸、*n*-トリデカン酸、*n*-テトラデカン酸、*n*-ペンタデカン酸、*n*-ヘキサデカン酸、イソヘプタン酸、イソオクタン酸、2-エチルヘキサ酸、イソノナン酸、3, 5, 5-トリメチルヘキサ酸、イソデカン酸、イソウンデカン酸、イソドデカン酸、イソトリデカン酸、イソテトラデカン酸、イソペンタデカン酸、イソヘキサデカン酸などが例示される。

【0012】これらの中でも、耐熱性及び潤滑性に優れる点で、炭素数8～14の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸若しくは脂肪族飽和分岐鎖状モノカルボン酸が好ましく、具体的には、*n*-オクタン酸、*n*-ノナン酸、*n*-デカン酸、*n*-ウンデカン酸、*n*-ドデカン酸、*n*-トリデカン酸、*n*-テトラデカン酸、イソオクタン酸、2-エチルヘキサ酸、イソノナン酸、3, 5, 5-トリメチルヘキサ酸、イソデカン酸、イソウンデカン酸、イソドデカン酸、イソトリデカン酸、イソテトラデカン酸が推奨される。

【0013】本エステルのアルコール成分は、炭素数8～16の脂肪族飽和一価アルコールであり、直鎖状であっても分岐鎖状であってもよい。具体的には、*n*-オクタノール、*n*-ノナノール、*n*-デカノール、*n*-ウンデカノール、*n*-ドデカノール、*n*-トリデカノール、*n*-テトラデカノール、*n*-ペンタデカノール、*n*-ヘキサデカノール、イソオクタノール、2-エチルヘキサノール、イソノナノール、3, 5, 5-トリメチルヘキサノール、イソデカノール、イソウンデカノール、イソドデカノール、イソトリデカノール、イソテトラデカノール、イソペンタデカノール、イソヘキサデカノールなどが例示される。

【0014】これらの中でも、耐熱性及び潤滑性に優れる点で、炭素数8～12の脂肪族飽和直鎖状一価アルコール若しくは脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールが好ましく、具体的には*n*-オクタノール、*n*-ノナノール、

n-デカノール、*n*-ウンデカノール、*n*-ドデカノール、イソオクタノール、2-エチルヘキサノール、イソノナノール、3, 5, 5-トリメチルヘキサノール、イソデカノール、イソウンデカノール、イソドデカノールが推奨される。

【0015】エステル化反応を行うに際し、アルコール成分は、例えば、酸成分1モルに対して1.0～1.5モル、好ましくは1.05～1.2モル程度用いられる。

【0016】エステル化触媒としては、ルイス酸類、アルカリ金属類、スルホン酸類等が例示され、具体的にルイス酸としてはアルミニウム誘導体、錫誘導体、チタン誘導体等が例示され、アルカリ金属類としてはナトリウムアルコキシド、カリウムアルコキシド等が例示され、更にスルホン酸類としてはパラトルエンスルホン酸、メタンスルホン酸、硫酸等が例示される。その使用量は、例えば原料である酸及びアルコールの総重量に対して0.1～1.0重量%程度用いられる。

【0017】エステル化温度としては、150～230℃が例示され、通常、3～30時間で反応は完結する。

【0018】エステル化反応終了後、過剰の原料を減圧下または常圧下にて留去する。引き続き、慣用の精製方法、例えば、中和、水洗、液液抽出、減圧蒸留、活性炭処理等の吸着精製等によりエステルを精製することが可能である。

【0019】本エステルとして具体的には下記のエステルが例示される。

【0020】酸成分として*n*-ヘプタン酸を用いた本エステルとしては、*n*-ヘプタン酸*n*-オクチル、*n*-ヘプタン酸*n*-ノニル、*n*-ヘプタン酸*n*-デシル、*n*-ヘプタン酸*n*-ウンデシル、*n*-ヘプタン酸*n*-ドデシル、*n*-ヘプタン酸*n*-トリデシル、*n*-ヘプタン酸*n*-テトラデシル、*n*-ヘプタン酸*n*-ペンタデシル、*n*-ヘプタン酸*n*-ヘキサデシル、*n*-ヘプタン酸イソオクチル、*n*-ヘプタン酸2-エチルヘキシル、*n*-ヘプタン酸イソノニル、*n*-ヘプタン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、*n*-ヘプタン酸イソデシル、*n*-ヘプタン酸イソウンデシル、*n*-ヘプタン酸イソドデシル、*n*-ヘプタン酸イソトリデシル、*n*-ヘプタン酸イソテトラデシル、*n*-ヘプタン酸イソペンタデシル、*n*-ヘプタン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0021】酸成分として*n*-オクタン酸を用いた本エステルとしては、*n*-オクタン酸*n*-オクチル、*n*-オクタン酸*n*-ノニル、*n*-オクタン酸*n*-デシル、*n*-オクタン酸*n*-ウンデシル、*n*-オクタン酸*n*-ドデシル、*n*-オクタン酸*n*-トリデシル、*n*-オクタン酸*n*-テトラデシル、*n*-オクタン酸*n*-ペンタデシル、*n*-オクタン酸*n*-ヘキサデシル、*n*-オクタン酸イソオクチル、*n*-オクタン酸2-エチルヘキシル、*n*-オクタン酸イソノニル、*n*-オクタン酸3, 5, 5-トリメ

ル、 n -ノドデカン酸 n -トリデシル、 n -ノドデカン酸 n -テトラデシル、 n -ノドデカン酸 n -ペンタデシル、 n -ノドデカン酸 n -ヘキサデシル、 n -ノドデカン酸イソオクチル、 n -ノドデカン酸 2-エチルヘキシル、 n -ノドデカン酸イソノニル、 n -ノドデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、 n -ノドデカン酸イソデシル、 n -ノドデカン酸イソウンデシル、 n -ノドデカン酸イソドデシル、 n -ノドデカン酸イソトリデシル、 n -ノドデカン酸イソテトラデシル、 n -ノドデカン酸イソペンタデシル、 n -ノドデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0026】酸成分としてn-トリデカン酸を用いた本エステルとしては、n-トリデカン酸n-オクチル、n-トリデカン酸n-ノニル、n-トリデカン酸n-デシル、n-トリデカン酸n-ウンデシル、n-トリデカン酸n-ドデシル、n-トリデカン酸n-トリデシル、n-トリデカン酸n-テトラデシル、n-トリデカン酸n-ペンタデシル、n-トリデカン酸n-ヘキサデシル、n-トリデカン酸イソオクチル、n-トリデカン酸2-エチルヘキシル、n-トリデカン酸イソノニル、n-トリデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-トリデカン酸イソデシル、n-トリデカン酸イソウンデシル、n-トリデカン酸イソドデシル、n-トリデカン酸イソトリデシル、n-トリデカン酸イソテトラデシル、n-トリデカン酸イソペンタデシル、n-トリデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0027】酸成分として、*n*-テトラデカン酸を用いた本エステルとしては、*n*-テトラデカン酸*n*-オクチル、*n*-テトラデカン酸*n*-ノニル、*n*-テトラデカン酸*n*-デシル、*n*-テトラデカン酸*n*-ウンデシル、*n*-テトラデカン酸*n*-ドデシル、*n*-テトラデカン酸*n*-トリデシル、*n*-テトラデカン酸*n*-テトラデシル、*n*-テトラデカン酸*n*-ペンタデシル、*n*-テトラデカン酸*n*-ヘキサデシル、*n*-テトラデカン酸イソオクチル、*n*-テトラデカン酸2-エチルヘキシル、*n*-テトラデカン酸イソノニル、*n*-テトラデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、*n*-テトラデカン酸イソデシル、*n*-テトラデカン酸イソウンデシル、*n*-テトラデカン酸イソドデシル、*n*-テトラデカン酸イソトリデシル、*n*-テトラデカン酸イソテトラデシル、*n*-テトラデカン酸イソペンタデシル、*n*-テトラデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0028】酸成分としてn-ペンタデカン酸を用いた本エステルとしては、n-ペンタデカン酸n-オクチル、n-ペンタデカン酸n-ノニル、n-ペンタデカン酸n-デシル、n-ペンタデカン酸n-ウンデシル、n-ペンタデカン酸n-ドデシル、n-ペンタデカン酸n-トリデシル、n-ペンタデカン酸n-テトラデシル、n-ペンタデカン酸n-ペンタデシル、n-ペンタデカン酸n-ヘキサデシル、n-ペンタデカン酸イソオクチル、n-ペンタデカン酸2-エチルヘキシル、n-ペン

【0025】酸成分としてn-ドデカン酸を用いた本エステルとしては、n-ドデカン酸n-オクチル、n-ドデカン酸n-ノニル、n-ドデカン酸n-デシル、n-ドデカン酸n-ウンデシル、n-ドデカン酸n-ドデシル

タデカン酸イソノニル、*n*-ペンタデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、*n*-ペンタデカン酸イソデシル、*n*-ペンタデカン酸イソウンデシル、*n*-ペンタデカン酸イソドデシル、*n*-ペンタデカン酸イソトリデシル、*n*-ペンタデカン酸イソテトラデシル、*n*-ペンタデカン酸イソペンタデシル、*n*-ペンタデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0029】酸成分として*n*-ヘキサデカン酸を用いた本エステルとしては、*n*-ヘキサデカン酸*n*-オクチル、*n*-ヘキサデカン酸*n*-ノニル、*n*-ヘキサデカン酸*n*-デシル、*n*-ヘキサデカン酸*n*-ウンデシル、*n*-ヘキサデカン酸*n*-ドデシル、*n*-ヘキサデカン酸*n*-トリデシル、*n*-ヘキサデカン酸*n*-テトラデシル、*n*-ヘキサデカン酸*n*-ペンタデシル、*n*-ヘキサデカン酸*n*-ヘキサデシル、*n*-ヘキサデカン酸イソオクチル、*n*-ヘキサデカン酸2-エチルヘキシル、*n*-ヘキサデカン酸イソノニル、*n*-ヘキサデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、*n*-ヘキサデカン酸イソデシル、*n*-ヘキサデカン酸イソウンデシル、*n*-ヘキサデカン酸イソドデシル、*n*-ヘキサデカン酸イソトリデシル、*n*-ヘキサデカン酸イソテトラデシル、*n*-ヘキサデカン酸イソペンタデシル、*n*-ヘキサデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0030】酸成分としてイソヘプタン酸を用いた本エステルとしては、イソヘプタン酸*n*-オクチル、イソヘプタン酸*n*-ノニル、イソヘプタン酸*n*-デシル、イソヘプタン酸*n*-ウンデシル、イソヘプタン酸*n*-ドデシル、イソヘプタン酸*n*-トリデシル、イソヘプタン酸*n*-テトラデシル、イソヘプタン酸*n*-ペンタデシル、イソヘプタン酸*n*-ヘキサデシル、イソヘプタン酸イソオクチル、イソヘプタン酸2-エチルヘキシル、イソヘプタン酸イソノニル、イソヘプタン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソヘプタン酸イソデシル、イソヘプタン酸イソウンデシル、イソヘプタン酸イソドデシル、イソヘプタン酸イソトリデシル、イソヘプタン酸イソテトラデシル、イソヘプタン酸イソペンタデシル、イソヘプタン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0031】酸成分としてイソオクタン酸を用いた本エステルとしては、イソオクタン酸*n*-オクチル、イソオクタン酸*n*-ノニル、イソオクタン酸*n*-デシル、イソオクタン酸*n*-ウンデシル、イソオクタン酸*n*-ドデシル、イソオクタン酸*n*-トリデシル、イソオクタン酸*n*-テトラデシル、イソオクタン酸*n*-ペンタデシル、イソオクタン酸*n*-ヘキサデシル、イソオクタン酸イソオクチル、イソオクタン酸2-エチルヘキシル、イソオクタン酸イソノニル、イソオクタン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソオクタン酸イソデシル、イソオクタン酸イソウンデシル、イソオクタン酸イソドデシル、イソオクタン酸イソトリデシル、イソオクタン酸イソテトラデシル、イソオクタン酸イソペンタデシル、イソオク

タン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0032】酸成分として2-エチルヘキサン酸を用いた本エステルとしては、2-エチルヘキサン酸*n*-オクチル、2-エチルヘキサン酸*n*-ノニル、2-エチルヘキサン酸*n*-デシル、2-エチルヘキサン酸*n*-ウンデシル、2-エチルヘキサン酸*n*-ドデシル、2-エチルヘキサン酸*n*-トリデシル、2-エチルヘキサン酸*n*-テトラデシル、2-エチルヘキサン酸*n*-ペンタデシル、2-エチルヘキサン酸*n*-ヘキサデシル、2-エチルヘキサン酸イソオクチル、2-エチルヘキサン酸2-エチルヘキシル、2-エチルヘキサン酸イソノニル、2-エチルヘキサン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、2-エチルヘキサン酸イソデシル、2-エチルヘキサン酸イソウンデシル、2-エチルヘキサン酸イソドデシル、2-エチルヘキサン酸イソトリデシル、2-エチルヘキサン酸イソテトラデシル、2-エチルヘキサン酸イソペンタデシル、2-エチルヘキサン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0033】酸成分としてイソノナン酸を用いた本エステルとしては、イソノナン酸*n*-オクチル、イソノナン酸*n*-ノニル、イソノナン酸*n*-デシル、イソノナン酸*n*-ウンデシル、イソノナン酸*n*-ドデシル、イソノナン酸*n*-トリデシル、イソノナン酸*n*-テトラデシル、イソノナン酸*n*-ペンタデシル、イソノナン酸*n*-ヘキサデシル、イソノナン酸イソオクチル、イソノナン酸2-エチルヘキシル、イソノナン酸イソノニル、イソノナン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソノナン酸イソデシル、イソノナン酸イソウンデシル、イソノナン酸イソドデシル、イソノナン酸イソトリデシル、イソノナン酸イソテトラデシル、イソノナン酸イソペンタデシル、イソノナン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0034】酸成分として3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸を用いた本エステルとしては、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-オクチル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-ノニル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-デシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-ウンデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-ドデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-トリデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-テトラデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-ペンタデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸*n*-ヘキサデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソオクチル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸2-エチルヘキシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソノニル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソウンデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソドデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソトリデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソテトラデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソペンタデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソヘキサデシルが例示される。

ル、3, 5, 5-トリメチルヘキサ酸イソペンタデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサ酸イソヘキサデシルが例示される。

【0035】酸成分としてイソデカン酸を用いた本エステルとしては、イソデカン酸n-オクチル、イソデカン酸n-ノニル、イソデカン酸n-デシル、イソデカン酸n-ウンデシル、イソデカン酸n-ドデシル、イソデカン酸n-トリデシル、イソデカン酸n-テトラデシル、イソデカン酸n-ペンタデシル、イソデカン酸n-ヘキサデシル、イソデカン酸イソオクチル、イソデカン酸2-エチルヘキシル、イソデカン酸イソノニル、イソデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソデカン酸イソデシル、イソデカン酸イソウンデシル、イソデカン酸イソドデシル、イソデカン酸イソトリデシル、イソデカン酸イソテトラデシル、イソデカン酸イソペンタデシル、イソデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0036】酸成分としてイソウンデカン酸を用いた本エステルとしては、イソウンデカン酸n-オクチル、イソウンデカン酸n-ノニル、イソウンデカン酸n-デシル、イソウンデカン酸n-ウンデシル、イソウンデカン酸n-ドデシル、イソウンデカン酸n-トリデシル、イソウンデカン酸n-テトラデシル、イソウンデカン酸n-ペンタデシル、イソウンデカン酸n-ヘキサデシル、イソウンデカン酸イソオクチル、イソウンデカン酸2-エチルヘキシル、イソウンデカン酸イソノニル、イソウンデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソウンデカン酸イソデシル、イソウンデカン酸イソウンデシル、イソウンデカン酸イソドデシル、イソウンデカン酸イソトリデシル、イソウンデカン酸イソテトラデシル、イソウンデカン酸イソペンタデシル、イソウンデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0037】酸成分としてイソドデカン酸を用いた本エステルとしては、イソドデカン酸n-オクチル、イソドデカン酸n-ノニル、イソドデカン酸n-デシル、イソドデカン酸n-ウンデシル、イソドデカン酸n-ドデシル、イソドデカン酸n-トリデシル、イソドデカン酸n-テトラデシル、イソドデカン酸n-ペンタデシル、イソドデカン酸n-ヘキサデシル、イソドデカン酸イソオクチル、イソドデカン酸2-エチルヘキシル、イソドデカン酸イソノニル、イソドデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソドデカン酸イソデシル、イソドデカン酸イソウンデシル、イソドデカン酸イソドデシル、イソドデカン酸イソトリデシル、イソドデカン酸イソテトラデシル、イソドデカン酸イソペンタデシル、イソドデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0038】酸成分としてイソトリデカン酸を用いた本エステルとしては、イソトリデカン酸n-オクチル、イソトリデカン酸n-ノニル、イソトリデカン酸n-デシル、イソトリデカン酸n-ウンデシル、イソトリデカン

酸n-ドデシル、イソトリデカン酸n-トリデシル、イソトリデカン酸n-テトラデシル、イソトリデカン酸n-ペンタデシル、イソトリデカン酸n-ヘキサデシル、イソトリデカン酸イソオクチル、イソトリデカン酸2-エチルヘキシル、イソトリデカン酸イソノニル、イソトリデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソトリデカン酸イソデシル、イソトリデカン酸イソウンデシル、イソトリデカン酸イソドデシル、イソトリデカン酸イソトリデシル、イソトリデカン酸イソテトラデシル、イソトリデカン酸イソペンタデシル、イソトリデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0039】酸成分としてイソテトラデカン酸を用いた本エステルとしては、イソテトラデカン酸n-オクチル、イソテトラデカン酸n-ノニル、イソテトラデカン酸n-デシル、イソテトラデカン酸n-ウンデシル、イソテトラデカン酸n-ドデシル、イソテトラデカン酸n-トリデシル、イソテトラデカン酸n-テトラデシル、イソテトラデカン酸n-ペンタデシル、イソテトラデカン酸n-ヘキサデシル、イソテトラデカン酸イソオクチル、イソテトラデカン酸2-エチルヘキシル、イソテトラデカン酸イソノニル、イソテトラデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソテトラデカン酸イソデシル、イソテトラデカン酸イソウンデシル、イソテトラデカン酸イソドデシル、イソテトラデカン酸イソトリデシル、イソテトラデカン酸イソテトラデシル、イソテトラデカン酸イソペンタデシル、イソテトラデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0040】酸成分としてイソペンタデカン酸を用いた本エステルとしては、イソペンタデカン酸n-オクチル、イソペンタデカン酸n-ノニル、イソペンタデカン酸n-デシル、イソペンタデカン酸n-ウンデシル、イソペンタデカン酸n-ドデシル、イソペンタデカン酸n-トリデシル、イソペンタデカン酸n-テトラデシル、イソペンタデカン酸n-ペンタデシル、イソペンタデカン酸n-ヘキサデシル、イソペンタデカン酸イソオクチル、イソペンタデカン酸2-エチルヘキシル、イソペンタデカン酸イソノニル、イソペンタデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソペンタデカン酸イソデシル、イソペンタデカン酸イソウンデシル、イソペンタデカン酸イソドデシル、イソペンタデカン酸イソトリデシル、イソペンタデカン酸イソテトラデシル、イソペンタデカン酸イソペンタデシル、イソペンタデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0041】酸成分としてイソヘキサデカン酸を用いた本エステルとしては、イソヘキサデカン酸n-オクチル、イソヘキサデカン酸n-ノニル、イソヘキサデカン酸n-デシル、イソヘキサデカン酸n-ウンデシル、イソヘキサデカン酸n-ドデシル、イソヘキサデカン酸n-トリデシル、イソヘキサデカン酸n-テトラデシル、

・イソヘキサデカン酸n-ペンタデシル、イソヘキサデカン酸n-ヘキサデシル、イソヘキサデカン酸イソオクチル、イソヘキサデカン酸2-エチルヘキシル、イソヘキサデカン酸イソノニル、イソヘキサデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソヘキサデカン酸イソデシル、イソヘキサデカン酸イソウンデシル、イソヘキサデカン酸イソドデシル、イソヘキサデカン酸イソトリデシル、イソヘキサデカン酸イソテトラデシル、イソヘキサデカン酸イソペンタデシル、イソヘキサデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0042】本発明の軸受用潤滑油は、本エステル1種若しくは2種以上を含有する。

【0043】本エステルの中でも、耐熱性に優れる点で、分子量が300以上、好ましくは340以上であるものが推奨される。

【0044】分子量が300以上の本エステルとしては、n-ヘプタン酸n-トリデシル、n-ヘプタン酸n-テトラデシル、n-ヘプタン酸n-ペンタデシル、n-ヘプタン酸n-ヘキサデシル、n-ヘプタン酸イソトリデシル、n-ヘプタン酸イソテトラデシル、n-ヘプタン酸イソペンタデシル、n-ヘプタン酸イソヘキサデシル、n-オクタン酸n-ドデシル、n-オクタン酸n-トリデシル、n-オクタン酸n-テトラデシル、n-オクタン酸n-ペンタデシル、n-オクタン酸n-ヘキサデシル、n-オクタン酸イソドデシル、n-オクタン酸イソトリデシル、n-オクタン酸イソテトラデシル、n-オクタン酸イソペンタデシル、n-オクタン酸イソヘキサデシル、n-ノナン酸n-ウンデシル、n-ノナン酸n-ドデシル、n-ノナン酸n-トリデシル、n-ノナン酸n-テトラデシル、n-ノナン酸n-ペンタデシル、n-ノナン酸n-ヘキサデシル、n-ノナン酸イソウンデシル、n-ノナン酸イソドデシル、n-ノナン酸イソトリデシル、n-ノナン酸イソテトラデシル、n-ノナン酸イソペンタデシル、n-ノナン酸イソヘキサデシル、n-デカン酸n-デシル、n-デカン酸n-ウンデシル、n-デカン酸n-ドデシル、n-デカン酸n-トリデシル、n-デカン酸n-テトラデシル、n-デカン酸n-ペンタデシル、n-デカン酸n-ヘキサデシル、n-デカン酸イソデシル、n-デカン酸イソウンデシル、n-デカン酸イソドデシル、n-デカン酸イソトリデシル、n-デカン酸イソテトラデシル、n-デカン酸イソペンタデシル、n-デカン酸イソヘキサデシル、n-ウンデカン酸n-ノニル、n-ウンデカン酸n-デシル、n-ウンデカン酸n-ウンデシル、n-ウンデカン酸n-ドデシル、n-ウンデカン酸n-トリデシル、n-ウンデカン酸n-テトラデシル、n-ウンデカン酸n-ペンタデシル、n-ウンデカン酸n-ヘキサデシル、n-ウンデカン酸イソノニル、n-ウンデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-ウンデカン酸イソデシル、n-ウンデカン酸イソウンデシル、n-ウン

デカン酸イソドデシル、n-ウンデカン酸イソトリデシル、n-ウンデカン酸イソテトラデシル、n-ウンデカン酸イソペンタデシル、n-ウンデカン酸イソヘキサデシル、n-ドデカン酸n-オクチル、n-ドデカン酸n-ノニル、n-ドデカン酸n-デシル、n-ドデカン酸n-ウンデシル、n-ドデカン酸n-ドデシル、n-ドデカン酸n-トリデシル、n-ドデカン酸n-テトラデシル、n-ドデカン酸n-ペンタデシル、n-ドデカン酸n-ヘキサデシル、n-ドデカン酸イソオクチル、n-ドデカン酸2-エチルヘキシル、n-ドデカン酸イソノニル、n-ドデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-ドデカン酸イソデシル、n-ドデカン酸イソウンデシル、n-ドデカン酸イソドデシル、n-ドデカン酸イソトリデシル、n-ドデカン酸イソテトラデシル、n-ドデカン酸イソペンタデシル、n-ドデカン酸イソヘキサデシル、n-トリデカン酸n-オクチル、n-トリデカン酸n-ノニル、n-トリデカン酸n-デシル、n-トリデカン酸n-ウンデシル、n-トリデカン酸n-ドデシル、n-トリデカン酸n-トリデシル、n-トリデカン酸n-テトラデシル、n-トリデカン酸n-ペンタデシル、n-トリデカン酸n-ヘキサデシル、n-トリデカン酸イソオクチル、n-トリデカン酸2-エチルヘキシル、n-トリデカン酸イソノニル、n-トリデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-トリデカン酸イソデシル、n-トリデカン酸イソウンデシル、n-トリデカン酸イソドデシル、n-トリデカン酸イソトリデシル、n-トリデカン酸イソテトラデシル、n-トリデカン酸イソペンタデシル、n-トリデカン酸イソヘキサデシル、n-テトラデカン酸n-オクチル、n-テトラデカン酸n-ノニル、n-テトラデカン酸n-デシル、n-テトラデカン酸n-ウンデシル、n-テトラデカン酸n-ドデシル、n-テトラデカン酸n-トリデシル、n-テトラデカン酸n-テトラデシル、n-テトラデカン酸n-ペンタデシル、n-テトラデカン酸n-ヘキサデシル、n-テトラデカン酸イソオクチル、n-テトラデカン酸2-エチルヘキシル、n-テトラデカン酸イソノニル、n-テトラデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-テトラデカン酸イソデシル、n-テトラデカン酸イソウンデシル、n-テトラデカン酸イソドデシル、n-テトラデカン酸イソトリデシル、n-テトラデカン酸イソテトラデシル、n-テトラデカン酸イソペンタデシル、n-テトラデカン酸イソヘキサデシル、n-ペンタデカン酸n-オクチル、n-ペンタデカン酸n-ノニル、n-ペンタデカン酸n-デシル、n-ペンタデカン酸n-ウンデシル、n-ペンタデカン酸n-ドデシル、n-ペンタデカン酸n-トリデシル、n-ペンタデカン酸n-テトラデシル、n-ペンタデカン酸n-ペンタデシル、n-ペンタデカン酸n-ヘキサデシル、n-ペンタデカン酸イソオクチル、n-ペンタデカン酸2-エチルヘキシル、n-ペンタデカン酸イソノニル、

・ n-ペンタデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、
 n-ペンタデカン酸イソデシル、n-ペンタデカン酸イ
 ソウンデシル、n-ペンタデカン酸イソドデシル、n-
 ペンタデカン酸イソトリデシル、n-ペンタデカン酸イ
 ソテトラデシル、n-ペンタデカン酸イソペンタデシ
 ル、n-ペンタデカン酸イソヘキサデシル、n-ヘキサ
 デカン酸 n-オクチル、n-ヘキサデカン酸 n-ノニ
 ル、n-ヘキサデカン酸 n-デシル、n-ヘキサデカン
 酸 n-ウンデシル、n-ヘキサデカン酸 n-ドデシル、
 n-ヘキサデカン酸 n-トリデシル、n-ヘキサデカン
 酸 n-テトラデシル、n-ヘキサデカン酸 n-ペンタデ
 シル、n-ヘキサデカン酸 n-ヘキサデシル、n-ヘキ
 サデカン酸 イソオクチル、n-ヘキサデカン酸 2-エチ
 ルヘキシル、n-ヘキサデカン酸 イソノニル、n-ヘキ
 サデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-ヘキ
 サデカン酸 イソデシル、n-ヘキサデカン酸 イソウンデ
 シル、n-ヘキサデカン酸 イソドデシル、n-ヘキサデ
 カン酸 イソトリデシル、n-ヘキサデカン酸 イソテトラ
 デシル、n-ヘキサデカン酸 イソペンタデシル、n-ヘ
 キサデカン酸 イソヘキサデシル、イソヘプタン酸 n-ト
 リデシル、イソヘプタン酸 n-テトラデシル、イソヘプ
 タン酸 n-ペンタデシル、イソヘプタン酸 n-ヘキサデ
 シル、イソヘプタン酸 イソトリデシル、イソヘプタン酸
 イソテトラデシル、イソヘプタン酸 イソペンタデシル、
 イソヘプタン酸 イソヘキサデシル、イソオクタン酸 n-ド
 デシル、イソオクタン酸 n-トリデシル、イソオクタン
 酸 n-テトラデシル、イソオクタン酸 n-ペンタデシ
 ル、イソオクタン酸 n-ヘキサデシル、イソオクタン酸
 イソドデシル、イソオクタン酸 イソトリデシル、イソオ
 クタン酸 イソテトラデシル、イソオクタン酸 イソペンタ
 デシル、イソオクタン酸 イソヘキサデシル、2-エチル
 ヘキサン酸 n-ドデシル、2-エチルヘキサン酸 n-トリ
 デシル、2-エチルヘキサン酸 n-テトラデシル、2-
 エチルヘキサン酸 n-ペンタデシル、2-エチルヘキ
 サン酸 n-ヘキサデシル、2-エチルヘキサン酸 イソド
 デシル、2-エチルヘキサン酸 イソトリデシル、2-エ
 チルヘキサン酸 イソテトラデシル、2-エチルヘキサン
 酸 イソペンタデシル、2-エチルヘキサン酸 イソヘキサ
 デシル、イソノナン酸 n-ウンデシル、イソノナン酸 n-
 ドデシル、イソノナン酸 n-トリデシル、イソノナン
 酸 n-テトラデシル、イソノナン酸 n-ペンタデシル、
 イソノナン酸 n-ヘキサデシル、イソノナン酸 イソウン
 デシル、イソノナン酸 イソドデシル、イソノナン酸 イソ
 トリデシル、イソノナン酸 イソテトラデシル、イソノナ
 ン酸 イソペンタデシル、イソノナン酸 イソヘキサデシ
 ル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 n-ウンデシ
 ル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 n-ドデシル、
 3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 n-トリデシル、
 3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 n-テトラデシル、
 3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 n-ペンタデシル、

3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 n-ヘキサデシル、
 3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 イソウンデシル、
 3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 イソドデシル、3,
 5, 5-トリメチルヘキサン酸 イソトリデシル、3,
 5, 5-トリメチルヘキサン酸 イソテトラデシル、3,
 5, 5-トリメチルヘキサン酸 イソペンタデシル、3,
 5, 5-トリメチルヘキサン酸 イソヘキサデシル、イソ
 デカン酸 n-デシル、イソデカン酸 n-ウンデシル、イ
 ソデカン酸 n-ドデシル、イソデカン酸 n-トリデシ
 ル、イソデカン酸 n-テトラデシル、イソデカン酸 n-
 ペンタデシル、イソデカン酸 n-ヘキサデシル、イソデ
 カン酸 イソデシル、イソデカン酸 イソウンデシル、イソ
 デカン酸 イソドデシル、イソデカン酸 イソトリデシル、
 イソデカン酸 イソテトラデシル、イソデカン酸 イソペン
 タデシル、イソデカン酸 イソヘキサデシル、イソウンデ
 カン酸 n-ノニル、イソウンデカン酸 n-デシル、イソ
 ウンデカン酸 n-ウンデシル、イソウンデカン酸 n-ド
 デシル、イソウンデカン酸 n-トリデシル、イソウンデ
 カン酸 n-テトラデシル、イソウンデカン酸 n-ペンタ
 デシル、イソウンデカン酸 n-ヘキサデシル、イソウン
 デカン酸 イソノニル、イソウンデカン酸 3, 5, 5-トリ
 メチルヘキシル、イソウンデカン酸 イソデシル、イソ
 ウンデカン酸 イソウンデシル、イソウンデカン酸 イソド
 デシル、イソウンデカン酸 イソトリデシル、イソウンデ
 カン酸 イソテトラデシル、イソウンデカン酸 イソペンタ
 デシル、イソウンデカン酸 イソヘキサデシル、イソドデ
 カン酸 n-オクチル、イソドデカン酸 n-ノニル、イソ
 ドデカン酸 n-デシル、イソドデカン酸 n-ウンデシ
 ル、イソドデカン酸 n-ドデシル、イソドデカン酸 n-ト
 リデシル、イソドデカン酸 n-テトラデシル、イソド
 デカン酸 n-ペンタデシル、イソドデカン酸 n-ヘキサ
 デシル、イソドデカン酸 イソオクチル、イソドデカン酸
 2-エチルヘキシル、イソドデカン酸 イソノニル、イソ
 ドデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソドデ
 カン酸 イソデシル、イソドデカン酸 イソウンデシル、イ
 ソドデカン酸 イソドデシル、イソドデカン酸 イソトリデ
 シル、イソドデカン酸 イソテトラデシル、イソドデカン
 酸 イソテトラデシル、イソドデカン酸 イソペンタデシ
 ル、イソドデカン酸 イソヘキサデシル、イソトリデカン
 酸 n-オクチル、イソトリデカン酸 n-ノニル、イソト
 リデカン酸 n-デシル、イソトリデカン酸 n-ウンデシ
 ル、イソトリデカン酸 n-ドデシル、イソトリデカン酸
 n-トリデシル、イソトリデカン酸 n-テトラデシル、
 イソトリデカン酸 n-テトラデシル、イソトリデカン酸
 n-ペンタデシル、イソトリデカン酸 n-ヘキサデシ
 ル、イソトリデカン酸 イソオクチル、イソトリデカン酸
 2-エチルヘキシル、イソトリデカン酸 イソノニル、イ
 ソトリデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソ
 トリデカン酸 イソデシル、イソトリデカン酸 イソウンデ
 シル、イソトリデカン酸 イソドデシル、イソトリデカン

酸イソトリデシル、イソトリデカン酸イソテトラデシル、イソトリデカン酸イソペンタデシル、イソトリデカン酸イソヘキサデシル、イソテトラデカン酸 n -オクチル、イソテトラデカン酸 n -ノニル、イソテトラデカン酸 n -デシル、イソテトラデカン酸 n -ウンデシル、イソテトラデカン酸 n -ドデシル、イソテトラデカン酸 n -トリデシル、イソテトラデカン酸 n -テトラデシル、イソテトラデカン酸 n -ペンタデシル、イソテトラデカン酸 n -ヘキサデシル、イソテトラデカン酸イソオクチル、イソテトラデカン酸2-エチルヘキシル、イソテトラデカン酸イソノニル、イソテトラデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソテトラデカン酸イソデシル、イソテトラデカン酸イソウンデシル、イソテトラデカン酸イソドデシル、イソテトラデカン酸イソトリデシル、イソテトラデカン酸イソテトラデシル、イソテトラデカン酸イソペンタデシル、イソテトラデカン酸イソヘキサデシル、イソペンタデカン酸 n -オクチル、イソペンタデカン酸 n -ノニル、イソペンタデカン酸 n -デシル、イソペンタデカン酸 n -ウンデシル、イソペンタデカン酸 n -ドデシル、イソペンタデカン酸 n -トリデシル、イソペンタデカン酸 n -テトラデシル、イソペンタデカン酸 n -ペンタデシル、イソペンタデカン酸 n -ヘキサデシル、イソペンタデカン酸イソオクチル、イソペンタデカン酸2-エチルヘキシル、イソペンタデカン酸イソノニル、イソペンタデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソペンタデカン酸イソデシル、イソペンタデカン酸イソウンデシル、イソペンタデカン酸イソドデシル、イソペンタデカン酸イソトリデシル、イソペンタデカン酸イソテトラデシル、イソペンタデカン酸イソペンタデシル、イソペンタデカン酸イソヘキサデシル、イソヘキサデカン酸 n -オクチル、イソヘキサデカン酸 n -ノニル、イソヘキサデカン酸 n -デシル、イソヘキサデカン酸 n -ウンデシル、イソヘキサデカン酸 n -ドデシル、イソヘキサデカン酸 n -トリデシル、イソヘキサデカン酸 n -テトラデシル、イソヘキサデカン酸 n -ペンタデシル、イソヘキサデカン酸 n -ヘキサデシル、イソヘキサデカン酸イソオクチル、イソヘキサデカン酸2-エチルヘキシル、イソヘキサデカン酸イソノニル、イソヘキサデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソヘキサデカン酸イソデシル、イソヘキサデカン酸イソウンデシル、イソヘキサデカン酸イソドデシル、イソヘキサデカン酸イソトリデシル、イソヘキサデカン酸イソテトラデシル、イソヘキサデカン酸イソペンタデシル、イソヘキサデカン酸イソヘキサデシルが例示される。

【0045】上記分子量が300以上のエステルの中でも、酸成分が炭素数8~14の脂肪族飽和モノカルボン酸であり、且つ、アルコール成分が炭素数8~12の脂肪族飽和一価アルコールであるものが特に好ましい。具体的には、 n -オクタン酸 n -ドデシル、 n -オクタン

酸イソドデシル、 n -ノナン酸 n -ウンデシル、 n -ノナン酸 n -ドデシル、 n -ノナン酸イソウンデシル、 n -ノナン酸イソドデシル、 n -デカン酸 n -デシル、 n -デカン酸 n -ウンデシル、 n -デカン酸 n -ドデシル、 n -デカン酸イソデシル、 n -デカン酸イソウンデシル、 n -デカン酸イソドデシル、 n -ウンデカン酸 n -ノニル、 n -ウンデカン酸 n -デシル、 n -ウンデカン酸 n -ウンデシル、 n -ウンデカン酸 n -ドデシル、 n -ウンデカン酸イソノニル、 n -ウンデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、 n -ウンデカン酸イソデシル、 n -ウンデカン酸イソウンデシル、 n -ウンデカン酸イソドデシル、 n -ドデカン酸 n -オクチル、 n -ドデカン酸 n -ノニル、 n -ドデカン酸 n -デシル、 n -ドデカン酸 n -ウンデシル、 n -ドデカン酸 n -ドデシル、 n -ドデカン酸イソオクチル、 n -ドデカン酸2-エチルヘキシル、 n -ドデカン酸イソノニル、 n -ドデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、 n -ドデカン酸イソデシル、 n -ドデカン酸イソウンデシル、 n -ドデカン酸イソドデシル、 n -トリデカン酸 n -オクチル、 n -トリデカン酸 n -ノニル、 n -トリデカン酸 n -デシル、 n -トリデカン酸 n -ウンデシル、 n -トリデカン酸 n -ドデシル、 n -トリデカン酸イソオクチル、 n -トリデカン酸2-エチルヘキシル、 n -トリデカン酸イソノニル、 n -トリデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、 n -トリデカン酸イソデシル、 n -トリデカン酸イソウンデシル、 n -トリデカン酸イソドデシル、 n -テトラデカン酸 n -オクチル、 n -テトラデカン酸 n -ノニル、 n -テトラデカン酸 n -デシル、 n -テトラデカン酸 n -ウンデシル、 n -テトラデカン酸 n -ドデシル、 n -テトラデカン酸イソオクチル、 n -テトラデカン酸2-エチルヘキシル、 n -テトラデカン酸イソノニル、 n -テトラデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、 n -テトラデカン酸イソデシル、 n -テトラデカン酸イソウンデシル、 n -テトラデカン酸イソドデシル、イソオクタン酸 n -ドデシル、イソオクタン酸イソドデシル、2-エチルヘキサン酸 n -ドデシル、2-エチルヘキサン酸イソドデシル、イソノナン酸 n -ウンデシル、イソノナン酸 n -ドデシル、イソノナン酸イソウンデシル、イソノナン酸イソドデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 n -ウンデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 n -ドデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソウンデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソドデシル、イソデカン酸 n -デシル、イソデカン酸 n -ウンデシル、イソデカン酸 n -ドデシル、イソデカン酸イソデシル、イソデカン酸イソウンデシル、イソデカン酸イソドデシル、イソウンデカン酸 n -ノニル、イソウンデカン酸 n -デシル、イソウンデカン酸 n -ウンデシル、イソウンデカン酸 n -ドデシル、イソウンデカン酸イソノニル、イソウンデカン酸3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソウンデカン酸イ

ソデシル、イソウンデカン酸イソウンデシル、イソウンデカン酸イソドデシル、イソドデカン酸 *n*-オクチル、イソドデカン酸 *n*-ノニル、イソドデカン酸 *n*-デシル、イソドデカン酸 *n*-ウンデシル、イソドデカン酸 *n*-ドデシル、イソドデカン酸イソオクチル、イソドデカン酸 2-エチルヘキシル、イソドデカン酸イソノニル、イソドデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソドデカン酸イソデシル、イソドデカン酸イソウンデシル、イソドデカン酸イソドデシル、イソトリデカン酸 *n*-オクチル、イソトリデカン酸 *n*-ノニル、イソトリデカン酸 *n*-デシル、イソトリデカン酸 *n*-ウンデシル、イソトリデカン酸 *n*-ドデシル、イソトリデカン酸イソオクチル、イソトリデカン酸 2-エチルヘキシル、イソトリデカン酸イソノニル、イソトリデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソトリデカン酸イソデシル、イソトリデカン酸イソウンデシル、イソトリデカン酸イソドデシル、イソテトラデカン酸 *n*-オクチル、イソテトラデカン酸 *n*-ノニル、イソテトラデカン酸 *n*-デシル、イソテトラデカン酸 *n*-ウンデシル、イソテトラデカン酸 *n*-ドデシル、イソテトラデカン酸イソオクチル、イソテトラデカン酸 2-エチルヘキシル、イソテトラデカン酸イソノニル、イソテトラデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソテトラデカン酸イソデシル、イソテトラデカン酸イソウンデシル、イソテトラデカン酸イソドデシルが例示される。

【0046】更に、本エステルとしては、酸成分又はアルコール成分に分岐鎖を有するものが、低温流動性に優れる点で特に好ましい。従って、本エステルの中でも、分子量が 300 以上であり、且つ、

①炭素数 8~14 の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸と炭素数 8~12 の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールとをエステル化して得られる脂肪族モノカルボン酸エステル、分子量が 300 以上であり、且つ、

②炭素数 8~14 の脂肪族飽和分岐鎖状モノカルボン酸と炭素数 8~12 の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールとをエステル化して得られる脂肪族モノカルボン酸エステル、及び、分子量が 300 以上であり、且つ、

③炭素数 8~14 の脂肪族飽和分岐鎖状モノカルボン酸と炭素数 8~12 の脂肪族飽和直鎖状一価アルコールとをエステル化して得られる脂肪族モノカルボン酸エステルが、耐熱性及び低温流動性に優れる点で最も好ましい。

【0047】このような本エステルとして、具体的には、*n*-オクタン酸イソドデシル、*n*-ノナン酸イソウンデシル、*n*-ノナン酸イソドデシル、*n*-デカン酸イソデシル、*n*-デカン酸イソウンデシル、*n*-デカン酸イソドデシル、*n*-ウンデカン酸イソノニル、*n*-ウンデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、*n*-ウンデカン酸イソデシル、*n*-ウンデカン酸イソウンデシル、*n*-ウンデカン酸イソドデシル、*n*-ドデカン酸イソオ

クチル、*n*-ドデカン酸 2-エチルヘキシル、*n*-ドデカン酸イソノニル、*n*-ドデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、*n*-ドデカン酸イソデシル、*n*-ドデカン酸イソウンデシル、*n*-ドデカン酸イソドデシル、*n*-トリデカン酸イソオクチル、*n*-トリデカン酸 2-エチルヘキシル、*n*-トリデカン酸イソノニル、*n*-トリデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、*n*-トリデカン酸イソデシル、*n*-トリデカン酸イソウンデシル、*n*-トリデカン酸イソドデシル、*n*-テトラデカン酸イソオクチル、*n*-テトラデカン酸 2-エチルヘキシル、*n*-テトラデカン酸イソノニル、*n*-テトラデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、*n*-テトラデカン酸イソデシル、*n*-テトラデカン酸イソウンデシル、*n*-テトラデカン酸イソドデシル、イソオクタン酸 *n*-ドデシル、イソオクタン酸イソドデシル、2-エチルヘキサン酸 *n*-ドデシル、2-エチルヘキサン酸イソドデシル、イソノナン酸 *n*-ウンデシル、イソノナン酸 *n*-ドデシル、イソノナン酸イソウンデシル、イソノナン酸イソドデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 *n*-ウンデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸 *n*-ドデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソウンデシル、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸イソドデシル、イソデカン酸 *n*-デシル、イソデカン酸 *n*-ウンデシル、イソデカン酸 *n*-ドデシル、イソデカン酸イソデシル、イソデカン酸イソウンデシル、イソデカン酸イソドデシル、イソウンデカン酸 *n*-ノニル、イソウンデカン酸 *n*-デシル、イソウンデカン酸 *n*-ウンデシル、イソウンデカン酸 *n*-ドデシル、イソウンデカン酸イソノニル、イソウンデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソウンデカン酸イソデシル、イソウンデカン酸イソウンデシル、イソウンデカン酸イソドデシル、イソドデカン酸 *n*-オクチル、イソドデカン酸 *n*-ノニル、イソドデカン酸 *n*-デシル、イソドデカン酸 *n*-ウンデシル、イソドデカン酸 *n*-ドデシル、イソドデカン酸イソオクチル、イソドデカン酸 2-エチルヘキシル、イソドデカン酸イソノニル、イソドデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソドデカン酸イソデシル、イソドデカン酸イソウンデシル、イソドデカン酸イソドデシル、イソトリデカン酸 *n*-オクチル、イソトリデカン酸 *n*-ノニル、イソトリデカン酸 *n*-デシル、イソトリデカン酸 *n*-ウンデシル、イソトリデカン酸 *n*-ドデシル、イソトリデカン酸イソオクチル、イソトリデカン酸 2-エチルヘキシル、イソトリデカン酸イソノニル、イソトリデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソトリデカン酸イソデシル、イソトリデカン酸イソウンデシル、イソトリデカン酸イソドデシル、イソテトラデカン酸 *n*-オクチル、イソテトラデカン酸 *n*-ノニル、イソテトラデカン酸 *n*-デシル、イソテトラデカン酸 *n*-ウンデシル、イソテトラデカン酸 *n*-ドデシル、イソテトラデカン酸イソオクチル、イソテトラデカン酸 2-エチルヘ

キシル、イソテトラデカン酸イソノニル、イソテトラデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、イソテトラデカン酸イソデシル、イソテトラデカン酸イソウンデシル、イソテトラデカン酸イソドデシルが例示される。

【0048】また、上記に最も好ましいものとして例示した本エステルの中でも、酸成分の炭素数が特定の範囲にあるエステルを、特定の組み合わせで2種以上併用することが特に推奨される。即ち、本エステルとしては、分子量が何れも300以上のエステルであって、

①下記(a)及び(b)のエステルからなる2種以上の10 エステルの混合物

(a) 酸成分が炭素数8~12の脂肪族飽和直鎖状若しくは分岐鎖状モノカルボン酸であって、アルコール成分が炭素数8~12の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールであるエステルの1種若しくは2種以上

(b) 酸成分が炭素数13~14の脂肪族飽和直鎖状若しくは分岐鎖状モノカルボン酸であって、アルコール成分が炭素数8~12の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールであるエステルの1種若しくは2種以上及び、

②下記(c)及び(d)のエステルからなる2種以上の20 エステルの混合物

(c) 酸成分が炭素数8~10の脂肪族飽和分岐鎖状モノカルボン酸であってアルコール成分が炭素数8~12の脂肪族飽和直鎖状若しくは分岐鎖状一価アルコールであるエステルの1種若しくは2種以上

(d) 酸成分が炭素数11~14の脂肪族飽和分岐鎖状モノカルボン酸であってアルコール成分が炭素数8~12の脂肪族飽和直鎖状若しくは分岐鎖状一価アルコールであるエステルの1種若しくは2種以上が特に推奨される。このように特定のエステルを2種以上組み合わせ使用することにより、本発明の軸受用潤滑油は、耐熱性、潤滑性、及び低粘度の3性能のバランスに特に優れたものとなる。

【0049】本エステルの全酸価としては0.1mg KOH/g以下、好ましくは0.05mg KOH/g以下であることが望ましい。全酸価が0.1mg KOH/g以下のときには耐熱性が向上する。全酸価は中和により調整可能である。

【0050】本エステルの水酸基価としては5mg KOH/g以下、好ましくは3mg KOH/g以下、更に好ましくは1mg KOH/g以下であることが望ましい。40 水酸基価が5mg KOH/g以下のときには耐熱性が向上する。水酸基価は精製により未反応アルコールを除去することで調整可能である。

【0051】本エステルの硫酸灰分としては、2ppm以下、好ましくは1ppm以下であることが好ましい。硫酸灰分が2ppm以下のときには耐熱性が向上する。硫酸灰分は、本エステルの原料となる酸及び／又はアルコールとして硫酸灰分が低いもの（例えば、1ppm以下のもの）を用い、又、触媒として金属触媒を使用した50

場合、触媒自身及び触媒由来の有機金属化合物を中和、水洗、吸着精製にて十分に除去することで調整可能である。

【0052】本エステルのヨウ素価としては、1以下、好ましくは0.5以下、更に好ましくは0.1以下であることが好ましい。ヨウ素価が1以下のときは耐熱性が向上する。ヨウ素価は、本エステルの原料となる酸及び／又はアルコールとしてヨウ素価が低いもの（例えば、0.3以下のもの）を用いることで調整可能である。

又、精製したヨウ素価が1以上のエステルを還元することでも調整可能である。

【0053】本エステルの中でも、JIS-K-2269に記載される流動点が-5℃以下であるものが好ましく、より低温での使用に適する点で-10℃以下、更には-15℃以下であるものが好ましい。

【0054】本エステルは、本発明の軸受用潤滑油に40~100重量%、好ましくは60~100重量%含有される。

【0055】本発明に係る軸受用潤滑油は、その性能を低下させない範囲で、他の潤滑油基油（以下「併用基油」という）、即ち、鉱物油（石油の精製によって得られる炭化水素油）、ポリ- α -オレフィン、ポリブテン、アルキルベンゼン、アルキルナフタレン、フィッシュャートロプシュ法（Fischer-Tropsch process）によって得られる合成炭化水素の異性化油などの合成炭化水素油、動植物油、有機酸エステル、ポリアルキレングリコール、ポリビニルエーテル、ポリフェニルエーテル、アルキルフェニルエーテル、シリコン油よりなる群から選ばれる1種若しくは2種以上の化合物を適宜併用することができる。

【0056】鉱物油としては、溶剤精製鉱油、水素化精製鉱油、ワックス異性化油が挙げられるが、通常、100℃における動粘度が1.0~10mm²/s、好ましくは2.0~5.0mm²/sの範囲にあるものが用いられる。

【0057】ポリ- α -オレフィンとしては、炭素数2~16の α -オレフィン（例えばエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン等）の重合体又は共重合体であって100℃における動粘度が1.0~10mm²/s、粘度指数が100以上のものが例示され、特に100℃における動粘度が1.5~6.0mm²/sで、粘度指数が120以上のものが好ましい。

【0058】ポリブテンとしては、イソブチレンを重合したもの、イソブチレンをノルマルブチレンと共重合したものがあり、一般に100℃の動粘度が2.0~40mm²/sの広範囲のものが挙げられる。

【0059】アルキルベンゼンとしては、炭素数1~40の直鎖又は分岐のアルキル基で置換された、分子量が

・ 200~450であるモノアルキルベンゼン、ジアルキルベンゼン、トリアルキルベンゼン、テトラアルキルベンゼン等が例示される。

【0060】アルキルナフタレンとしては、炭素数1~30の直鎖又は分岐のアルキル基で置換されたモノアルキルナフタレン、ジアルキルナフタレン等が例示される。

【0061】動植物油としては、牛脂、豚脂、パーム油、ヤシ油、ナタネ油、ヒマシ油、ヒマワリ油等が例示される。

【0062】本エステル以外の有機酸エステルとしては、脂肪族二塩基酸エステル、脂環族多価カルボン酸エステル、ポリオールエステル及びその他のエステルが例示される。

【0063】脂肪族二塩基酸エステルとしては、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、1, 9-ノナメチレンジカルボン酸、1, 10-デカメチレンジカルボン酸等脂肪族二塩基酸と若しくはその無水物と炭素数3~22の直鎖状又は分岐鎖状の飽和若しくは不飽和の脂肪族アルコールとのフルエステルが挙げられる。

【0064】脂環族多価カルボン酸エステルとしては、1, 2-シクロヘキサンジカルボン酸、1, 3-シクロヘキサンジカルボン酸、1, 4-シクロヘキサンジカルボン酸、1-シクロヘキセン-1, 2-ジカルボン酸、4-シクロヘキセン-1, 2-ジカルボン酸、1, 2, 4-シクロヘキサントリカルボン酸、1, 3, 5-シクロヘキサントリカルボン酸若しくはその無水物と炭素数3~22の直鎖状又は分岐鎖状の飽和又は不飽和の脂肪族アルコールとのフルエステルが挙げられる。

【0065】ポリオールエステルとしては、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ジトリメチロールプロパン、ジペンタエリスリトール等のネオペンチルポリオールと炭素数3~22の直鎖状及び／又は分岐鎖状の飽和又は不飽和の脂肪酸とのフルエステルが挙げられる。

【0066】その他のエステルとしては、ダイマー酸、水添ダイマー酸などの重合脂肪酸と炭素数3~22の直鎖状若しくは分岐鎖状の飽和又は不飽和の脂肪族アルコールとのエステルが挙げられる。

【0067】ポリアルキレングリコールとしては、アルコールと炭素数2~4の直鎖状若しくは分岐鎖状のアルキレンオキシサイドの開環重合体が例示される。アルキレンオキシサイドとしてはエチレンオキシサイド、プロピレンオキシサイド、ブチレンオキシサイドが挙げられ、これらの1種を用いた重合体、若しくは2種以上の混合物を用いた共重合体が使用可能である。又、片端又は両端の水酸基部分がエーテル化若しくはエステル化した化合物も使

用可能である。重合体の動粘度としては、 $5.0 \sim 1000 \text{ mm}^2/\text{s}$ (40℃)、好ましくは $5.0 \sim 500 \text{ mm}^2/\text{s}$ (40℃)である。

【0068】ポリビニルエーテルとしては、ビニルエーテルモノマーの重合によって得られる化合物であり、モノマーとしてはメチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル、イソプロピルビニルエーテル、*n*-ブチルビニルエーテル、イソブチルビニルエーテル、*sec*-ブチルビニルエーテル、*tert*-ブチルビニルエーテル、*n*-ペンチルビニルエーテル、*n*-ヘキシルビニルエーテル、2-メトキシエチルビニルエーテル、2-エトキシエチルビニルエーテル等が挙げられる。重合体の動粘度としては、 $5.0 \sim 1000 \text{ mm}^2/\text{s}$ (40℃)、好ましくは $5.0 \sim 500 \text{ mm}^2/\text{s}$ (40℃)である。

【0069】ポリフェニルエーテルとしては、2個以上の芳香環のメタ位をエーテル結合又はチオエーテル結合でつないだ構造を有する化合物が挙げられ、具体的には、ビス(*m*-フェノキシフェニル)エーテル、*m*-ビス(*m*-フェノキシフェノキシ)ベンゼン、及びそれらの酸素の1個若しくは2個以上を硫黄に置換したチオエーテル類(通称C-エーテル)等が例示される。

【0070】アルキルフェニルエーテルとしては、ポリフェニルエーテルを炭素数6~18の直鎖状若しくは分岐鎖状のアルキル基で置換した化合物が挙げられ、特に1個以上のアルキル基で置換したアルキルジフェニルエーテルが好ましい。

【0071】シリコーン油としては、ジメチルシリコーン、メチルフェニルシリコーンのほか、長鎖アルキルシリコーン、フルオロシリコーン等の変性シリコーンが挙げられる。

【0072】本発明の軸受用潤滑油にこれらの併用基油を用いる場合、その含有量としては、軸受用潤滑油に対して5~60重量%が推奨される。

【0073】これらの併用基油の中でも、耐熱性及び潤滑性に優れる点で有機酸エステルが好ましく、特に、脂肪族二塩基酸エステル及びポリオールエステルが好ましい。

【0074】特に好ましい脂肪族二塩基酸エステルとしては、アジピン酸、アゼライン酸又はセバシン酸と、炭素数8~10の脂肪族飽和直鎖状一価アルコール又は炭素数8~13の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールとのフルエステルが例示される。具体的には、アジピン酸ジ(*n*-オクチル)、アジピン酸ジ(*n*-ノニル)、アジピン酸ジ(*n*-デシル)、アジピン酸ジ(2-エチルヘキシル)、アジピン酸ジイソオクチル、アジピン酸ジイソノニル、アジピン酸ジ(3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、アジピン酸ジイソデシル、アジピン酸ジイソウンデシル、アジピン酸ジイソドデシル、アジピン酸ジイソトリデシル、アゼライン酸ジ(*n*-オクチル)、アゼ

ライン酸ジ (n-ノニル)、アゼライン酸ジ (n-デシル)、アゼライン酸ジ (2-エチルヘキシル)、アゼライン酸ジイソオクチル、アゼライン酸ジイソノニル、アゼライン酸ジ (3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、アゼライン酸ジイソデシル、アゼライン酸ジイソウンデシル、アゼライン酸ジイソドデシル、アゼライン酸ジイソトリデシル、セバシン酸ジ (n-オクチル)、セバシン酸ジ (n-ノニル)、セバシン酸ジ (n-デシル)、セバシン酸ジ (2-エチルヘキシル)、セバシン酸ジイソオクチル、セバシン酸ジイソノニル、セバシン酸ジ (3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、セバシン酸ジイソデシル、セバシン酸ジイソウンデシル、セバシン酸ジイソドデシル、セバシン酸ジイソトリデシルが好ましい。

【0075】これらの中でも、更に、軸受用潤滑油の低温流動性に優れる点で、アジピン酸ジ (2-エチルヘキシル)、アジピン酸ジイソノニル、アジピン酸ジ (3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、アジピン酸ジイソデシル、アジピン酸ジイソトリデシル、アゼライン酸ジ (2-エチルヘキシル)、アゼライン酸ジイソノニル、アゼライン酸ジ (3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、アゼライン酸ジイソデシル、アゼライン酸ジイソトリデシル、セバシン酸ジ (2-エチルヘキシル)、セバシン酸ジイソノニル、セバシン酸ジ (3, 5, 5-トリメチルヘキシル)、セバシン酸ジイソデシル、セバシン酸ジイソトリデシルが最も好ましい。

【0076】又、特に好ましいポリオールエステルとしては、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール又はジペンタエリスリトールと、炭素数5~10の直鎖状及び又は分岐鎖状の脂肪酸とのフルエステルが例示される。具体的には、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール若しくはジペンタエリスリトールから選ばれる1種若しくは2種以上の多価アルコールと、n-ペンタン酸、n-ヘキサン酸、n-ヘプタン酸、n-オクタン酸、n-ノナン酸、n-デカン酸、イソペンタン酸、イソヘキサン酸、イソヘプタン酸、イソオクタン酸、2-エチルヘキサン酸、イソノナン酸、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸、イソデカン酸から選ばれる1種若しくは2種以上の脂肪酸モノカルボン酸から得られるフルエステルが好ましい。

【0077】これらの中でも、更に、軸受用潤滑油が低粘度である点で、ネオペンチルグリコールと炭素数5~10の直鎖状脂肪酸とのフルエステルが好ましく、特に、低温流動性に優れる点で、ネオペンチルグリコールと2種の炭素数5~10の直鎖状脂肪酸からなる混基エステルが最も好ましい。

【0078】ネオペンチルグリコールと炭素数5~10の直鎖状脂肪酸の混基エステルの具体例としては、ネオペンチルグリコールのn-ペンタン酸とn-ヘキサン酸

の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ペンタン酸とn-ヘプタン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ペンタン酸とn-オクタン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ペンタン酸とn-ノナン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ペンタン酸とn-デカン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ヘキサン酸とn-ヘプタン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ヘキサン酸とn-オクタン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ヘキサン酸とn-ノナン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ヘキサン酸とn-デカン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ヘプタン酸とn-オクタン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ヘプタン酸とn-ノナン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-オクタン酸とn-デカン酸の混基エステル、ネオペンチルグリコールのn-ノナン酸とn-デカン酸の混基エステルが挙げられる。

【0079】本発明の軸受用潤滑油に、併用基油として脂肪族二塩基酸エステル及び又はポリオールエステルを併用する場合、その含有量としては、軸受用潤滑油に対して10~60重量%が推奨され、特に20~60重量%が好ましい。

【0080】本発明の軸受用潤滑油は、その性能を向上させるために、酸化防止剤、油性剤、摩耗防止剤、極圧剤、金属不活性剤、防錆剤、粘度指数向上剤、流動点降下剤、消泡剤等の添加剤の1種又は2種以上を適宜配合することも可能である。配合量は、所定の効果を奏する限り特に限定されるものではないが、その具体的な例を以下に示す。

【0081】酸化防止剤としては、2, 6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、4, 4'-メチレンビス-2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール等のフェノール系、N-フェニル- α -ナフチルアミン、p, p'-ジオクチルジフェニルアミン等のアミン系、フェノチアジン等の硫黄系化合物等が使用可能である。これらの酸化防止剤は、通常、軸受用潤滑油に対して0.01~5重量%、好ましくは0.05~3重量%添加するのがよい。

【0082】油性剤としては、ステアリン酸、オレイン酸などの脂肪酸飽和及び不飽和モノカルボン酸、ダイマー酸、水添ダイマー酸などの重合脂肪酸、リシノレイン酸、12-ヒドロキシステアリン酸などのヒドロキシ脂肪酸、ラウリルアルコール、オレイルアルコールなどの脂肪酸飽和及び不飽和モノアルコール、ステアリルアミン、オレイルアミンなどの脂肪酸飽和及び不飽和モノアミン、ラウリン酸アミド、オレイン酸アミドなどの脂肪酸飽和及び不飽和モノカルボン酸アミド等が使用可能である。これらの油性剤は、通常、軸受用潤滑油に対して0.01重量%~5重量%、好ましくは0.1重量%~

・ 3 重量%添加するのがよい。

【0083】摩耗防止剤・極圧剤としては、トリクレジルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、アルキルフェニルホスフェート類、トリブチルホスフェート、ジブチルホスフェート等のりん酸エステル類、トリブチルホスファイト、ジブチルホスファイト、トリイソプロピルホスファイト等の亜りん酸エステル類及びこれらのアミン塩等のリン系、硫化油脂、硫化オレイン酸などの硫化脂肪酸、ジベンジルジスルフィド、硫化オレフィン、ジアルキルジスルフィドなどの硫黄系、Zn-ジアルキルジチオホスフェート、Zn-ジアルキルジチオホスフェート、Mo-ジアルキルジチオホスフェート、Mo-ジアルキルジチオカルバメートなどの有機金属系化合物等が使用可能である。これらの摩耗防止剤は、通常、軸受用潤滑油に対して0.01重量%~10重量%、好ましくは0.1重量%~5重量%添加するのがよい。

【0084】金属不活性剤としては、ベンゾトリアゾール系、チアジアゾール系、没食子酸エステル系の化合物等が使用可能であり、これらの金属不活性剤は、通常、軸受用潤滑油に対して0.01~0.4重量%、好ましくは0.01~0.2重量%添加するのがよい。

【0085】防錆剤としては、ドデセニルコハク酸ハーフエステル、オクタデセニルコハク酸無水物、ドデセニルコハク酸アミドなどのアルキル又はアルケニルコハク酸誘導体、ソルビタンモノオレエート、グリセリンモノオレエート、ペンタエリスリトールモノオレエートなどの多価アルコール部分エステル、Ca-石油スルフォネート、Ca-アルキルベンゼンスルフォネート、Ba-アルキルベンゼンスルフォネート、Mg-アルキルベンゼンスルフォネート、Na-アルキルベンゼンスルフォネート、Zn-アルキルベンゼンスルフォネート、Ca-アルキルナフタレンスルフォネートなどの金属スルフォネート、ロジンアミン、N-オレイルザルコシンなどのアミン類、ジアルキルホスファイトアミン塩等が使用可能である。これらの防錆剤は、通常、軸受用潤滑油に対して0.01重量%~5重量%、好ましくは0.05~2重量%添加するのがよい。

【0086】粘度指数向上剤としては、ポリアルキルメタクリレート、ポリアルキルスチレン、ポリブテン、エチレン-プロピレン共重合体、スチレン-ジエン共重合体、スチレン-無水マレイン酸エステル共重合体などのオレフィン共重合体等が使用可能であり、これらの粘度指数向上剤は、通常、軸受用潤滑油に対して0.1~15重量%、好ましくは0.5~7重量%添加するのがよい。

【0087】流動点降下剤としては、塩素化パラフィンとアルキルナフタレンの縮合物、塩素化パラフィンとフェノールの縮合物、既述の粘度指数向上剤であるポリアルキルメタクリレート、ポリアルキルスチレン、ポリブ

テン等が使用可能であり、これらの流動点降下剤は、通常、軸受用潤滑油に対して0.01~5重量%、好ましくは0.1~3重量%添加するのがよい。

【0088】消泡剤としては、液状シリコンが適しており、通常、軸受用潤滑油に対して0.0005~0.01重量%添加するのがよい。

【0089】本発明の軸受用潤滑油は、40℃における動粘度が5~68mm²/sであることが好ましく、特に、40℃における動粘度が5~32mm²/sであることが好ましい。更に、省電力性の点で40℃における動粘度が5~15mm²/sであり、かつ、0℃における動粘度が15~60mm²/sであることが好ましい。

【0090】本発明の軸受用潤滑油は、従来公知の軸受用潤滑油と比べて耐熱性が同等又はそれ以上であり、且つ、摩擦係数が低く潤滑性に優れる。

【0091】本発明の軸受用潤滑油は、各種の軸受装置に使用することが可能であり、好ましくは、焼結含油軸受、及び、流体軸受への使用に適する。

【0092】本発明の軸受用潤滑油は、種々の材質の軸受に使用することが可能である。具体的には、鉄系軸受、銅系軸受、鉛系軸受などが例示される。

【0093】

【実施例】以下に実施例を掲げて本発明を詳しく説明するが、本発明は実施例に限定されるものではない。また、各例における潤滑油の物理特性及び化学特性は以下の方法により評価した。

【0094】全酸価

JIS-K-2501に準拠して測定した。

【0095】動粘度

JIS-K-2283に準拠して、0℃、40℃、100℃における動粘度を測定した。

【0096】水酸基価

JIS-K-0070に準拠して測定した。

【0097】硫酸灰分

JIS-K-2272に準拠して測定した。

【0098】ヨウ素価

基準油脂分析法3.3.3-1996に準拠して測定した。

【0099】低温流動性試験

JIS-K-2269に準拠して流動点を測定した。

【0100】潤滑油の酸化安定性試験は、通常、酸化防止剤などの添加剤を加えて行われる。本軸受用潤滑油及び比較油も同一の添加剤を配合して酸化安定性試験を行った。

【0101】耐熱性試験

実施例又は比較例の各々のエステルに対し、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール0.5重量%を添加溶解させて潤滑油（以下、この組成のものを「添加油」という）を調製した。次いで、内径5.3mm、高さ5

・6mmのピーカーに上記添加油40gを入れ、オープン中150℃で24時間加熱した。その後、添加油の揮発量 $[=(\text{試験前の重量}-\text{試験後の重量})/\text{試験前の重量}\times 100]$ 、40℃における動粘度比 $(=\text{試験後の動粘度}/\text{試験前の動粘度})$ を測定した。揮発量が少なく、動粘度の変化が少ないものほど耐熱性に優れると判断した。

【0102】潤滑性試験

曾田式振り子試験機（神鋼造機製）で85℃における摩擦係数を測定した。

【0103】製造例1

攪拌器、温度計、冷却管付き水分分留受器を備えた1リットルの四ツ口フラスコに2-エチルヘキサン酸288g（2モル）、n-ドデカノール409.2g（2.2

モル）、キシレン（酸及びアルコールの総量に対し5重量%）及び触媒としてテトライソプロピルチタネート（酸及びアルコールの総量に対し0.2重量%）を仕込み、減圧にて200℃まで昇温した。理論的にできる水の量（36g）を目処にして生成した水を水分分留受器で除去しながらエステル化反応を約6時間行った。反応終了後、過剰のアルコールを蒸留で除去した。次いで、反応終了後の全酸価に対して過剰の苛性ソーダ水溶液で中和して、その後中性になるまで水洗した。次いで活性炭処理を行い、更に濾過をして2-エチルヘキサン酸n-ドデシルを575g得た。得られたエステルの全酸価、水酸基価、硫酸灰分、ヨウ素価を第1表に示す。

【0104】

第1表 潤滑油の物性値と動粘度

	潤滑油	全酸価 [mgKOH/g]	水酸基価 [mgKOH/g]	硫酸灰分 [ppm]	ヨウ素価	動粘度 [mm ² /s]	
						0℃	40℃ 100℃
実施例1	2-エチルヘキサン酸n-ドデシル	0.01	0.8	<1	<0.1	20	5.2 1.8
2	n-ドデカン酸2-エチルヘキシル	0.01	0.5	<1	<0.1	17	6.0 1.8
3	n-ドデカン酸イソトリデシル	0.01	0.7	<1	<0.1	48	9.9 2.9
4	n-テトラデカン酸2-エチルヘキシル	0.01	0.8	<1	<0.1	27	6.6 2.2
5	n-テトラデカン酸イソニル	0.01	0.4	<1	<0.1	37	7.7 2.5
6	n-ドデカン酸イソデシル	0.01	1.0	<1	<0.1	30	7.0 2.3
7	n-テトラデカン酸イソデシル	0.02	0.7	<1	<0.1	44	8.8 2.7
8	混合油1	0.01	0.5	<1	<0.1	34	7.5 2.4
9	混合油2	0.02	0.6	<1	<0.1	27	7.1 2.5
10	混合油3	0.02	1.9	<1	<0.1	48	9.3 2.8
11	混合油4	0.02	0.4	<1	<0.1	26	7.5 2.8
12	混合油5	0.02	0.8	<1	<0.1	35	7.8 2.5
13	混合油6	0.02	1.0	<1	<0.1	33	7.6 2.3
14	混合油7	0.01	1.3	<1	<0.1	30	7.7 2.7
比較例1	n-ドデカン酸メチル	0.04	0.4	<1	<0.1	—	2.4 1.1
比較例2	n-オクタデカン酸2-エチルヘキシル	0.02	0.6	<1	0.4	—	10.3 3.1
比較例3	オレイン酸メチル	0.06	0.3	<1	87.7	15	4.3 1.7
比較例4	ポリ-α-オレフィン	0.01	<0.1	<1	<0.1	28	5.2 1.7

—：固体であるため測定不可。

【0105】製造例2

2-エチルヘキサン酸の代わりにn-ドデカン酸400.50

g（2モル）、n-ドデカノールの代わりに2-エチルヘキサノール286g（2.2モル）を使用した以外

は、製造例1と同様の方法により、*n*-ドデカン酸2-エチルヘキシル588gを得た。得られたエステル、全酸価、水酸基価、硫酸灰分、ヨウ素価を第1表に示す。

【0106】製造例3

2-エチルヘキサン酸の代わりに*n*-ドデカン酸400g(2モル)、*n*-ドデカノールの代わりにイソトリデカノール(協和発酵工業製「トリデカノール」)440g(2.2モル)を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、*n*-ドデカン酸イソトリデシル744gを得た。得られたエステル、全酸価、水酸基価、硫酸灰分、ヨウ素価を第1表に示す。

【0107】製造例4

2-エチルヘキサン酸の代わりに*n*-テトラデカン酸456g(2モル)、*n*-ドデカノールの代わりに2-エチルヘキサノール286g(2.2モル)を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、*n*-テトラデカン酸2-エチルヘキシル639gを得た。得られたエステル、全酸価、水酸基価、硫酸灰分、ヨウ素価を第1表に示す。

【0108】製造例5

2-エチルヘキサン酸の代わりに*n*-テトラデカン酸456g(2モル)、*n*-ドデカノールの代わりにイソノナノール(協和発酵工業製「オキシコール900」)316.8g(2.2モル)を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、*n*-テトラデカン酸イソノニル666gを得た。得られたエステル、全酸価、水酸基価、硫酸灰分、ヨウ素価を第1表に示す。

【0109】製造例6

2-エチルヘキサン酸の代わりに*n*-ドデカン酸400g(2モル)、*n*-ドデカノールの代わりにイソデカノール(協和発酵工業製「デカノール」)347.6g(2.2モル)を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、*n*-ドデカン酸イソデシル625gを得た。得られたエステル、全酸価、水酸基価、硫酸灰分、ヨウ素価を第1表に示す。

【0110】製造例7

2-エチルヘキサン酸の代わりに*n*-テトラデカン酸456g(2モル)、*n*-ドデカノールの代わりにイソデカノール(協和発酵工業製「デカノール」)347.6g(2.2モル)を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、*n*-テトラデカン酸イソデシル684gを得た。得られたエステル、全酸価、水酸基価、硫酸灰分、ヨウ素価を第1表に示す。

【0111】製造例8

製造例1で得られた2-エチルヘキサン酸*n*-ドデシル及びセバシン酸ジ(2-エチルヘキシル)(新日本理化学「サンソサイザーDOS」)を50:50(重量比)で混合し、混合油1を得た。混合油1の全酸価を第1表に示す。

【0112】製造例9

製造例2で得られた*n*-ドデカン酸2-エチルヘキシル及びアゼライン酸ジ(2-エチルヘキシル)(新日本理化学「サンソサイザーDOZ」)を50:50(重量比)で混合し、混合油2を得た。混合油2の全酸価を第1表に示す。

【0113】製造例10

製造例4で得られた*n*-テトラデカン酸2-エチルヘキシル及びトリメチロールプロパン混合脂肪酸エステル(新日鐵化学製「ハトコール2937」)を60:40(重量比)で混合し、混合油3を得た。混合油3の全酸価を第1表に示す。

【0114】製造例11

製造例4で得られた*n*-テトラデカン酸2-エチルヘキシル及びセバシン酸ジ(2-エチルヘキシル)(新日本理化学「サンソサイザーDOS」)を75:25(重量比)で混合し、混合油4を得た。混合油4の全酸価を第1表に示す。

【0115】製造例12

製造例6で得られた*n*-ドデカン酸イソデシル及び製造例7で得られた*n*-テトラデカン酸イソデシルを50:50(重量比)で混合し、混合油5を得た。混合油5の全酸価を第1表に示す。

【0116】製造例13

製造例4で得られた*n*-テトラデカン酸2-エチルヘキシル、及び、ネオペンチルグリコールの*n*-オクタン酸と*n*-デカン酸の混基エステル(ネオペンチルグリコール1モルに対し、*n*-オクタン酸1.4モル、*n*-デカン酸0.6モルからなるエステル)を、25:75(重量比)で混合し、混合油6を得た。混合油6の全酸価を第1表に示す。

【0117】製造例14

製造例4で得られた*n*-テトラデカン酸2-エチルヘキシル、及び、ペンタエリスリトールの*n*-ペンタン酸と*n*-ヘプタン酸の混基エステル(ペンタエリスリトール1モルに対し、*n*-ペンタン酸1.4モル、*n*-ヘプタン酸2.6モルからなるエステル)を、80:20(重量比)で混合し、混合油7を得た。混合油7の全酸価を第1表に示す。

【0118】製造比較例1

2-エチルヘキサン酸の代わりに*n*-オクタデカン酸568g(2モル)、*n*-ドデカノールの代わりに2-エチルヘキサノール286g(2.2モル)を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、*n*-オクタデカン酸2-エチルヘキシル721gを得た。得られたエステルの全酸価、水酸基価、硫酸灰分、ヨウ素価を第1表に示す。

【0119】実施例1

製造例1で得られた2-エチルヘキサン酸*n*-ドデシルの動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0120】

第2表. 潤滑油の性能

	潤滑油	流動点 [°C]	揮発量 [重量%]	動粘度比	摩擦係数	分子量
実施例1	2-エチルヘキサン酸n-ドデシル	-40	9	1.00	0.15	312
2	n-ドデカン酸2-エチルヘキシル	-32.5	9	1.00	0.14	312
3	n-ドデカン酸イソトリデシル	-37.5	3	1.00	0.14	382
4	n-テトラデカン酸2-エチルヘキシル	-15	5	1.00	0.13	340
5	n-テトラデカン酸イソノニル	-8.5	4	1.00	0.12	354
6	n-ドデカン酸イソデシル	-30	5	1.00	0.12	340
7	n-テトラデカン酸イソデシル	-10	3	1.00	0.11	368
8	混合油1	-60以下	5	1.00	0.14	-
9	混合油2	-60以下	6	1.00	0.14	-
10	混合油3	-22.5	2	1.00	0.12	-
11	混合油4	-20	2	1.00	0.13	-
12	混合油5	-20	4	1.00	0.11	-
13	混合油6	-40	3	1.00	0.14	-
14	混合油7	-25	4	1.00	0.14	-
比較例1	n-ドデカン酸メチル	2.5	72	測定不可	0.14	214
2	n-オクタデカン酸2-エチルヘキシル	12.5	2	1.00	0.11	396
3	オレイン酸メチル	-12.5	9	1.19	0.11	296
4	ポリ- α -オレフィン	-60以下	20	1.08	0.18	-

【0121】実施例2

製造例2で得られたn-ドデカン酸2-エチルヘキシルの動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0122】実施例3

製造例3で得られたn-ドデカン酸イソトリデシルの動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0123】実施例4

製造例4で得られたn-テトラデカン酸2-エチルヘキシルの動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0124】実施例5

製造例5で得られたn-テトラデカン酸イソノニルの動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0125】実施例6

製造例6で得られたn-ドデカン酸イソデシルの動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0126】実施例7

製造例7で得られたn-テトラデカン酸イソデシルの動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0127】実施例8

製造例8で得られた混合油1の動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に

示す。

【0128】実施例9

製造例9で得られた混合油2の動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0129】実施例10

製造例10で得られた混合油3の動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0130】実施例11

製造例11で得られた混合油4の動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0131】実施例12

製造例12で得られた混合油5の動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0132】実施例13

製造例13で得られた混合油6の動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0133】実施例14

製造例14で得られた混合油7の動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0134】比較例1

ドデカン酸メチル〔試薬「ラウリン酸メチル」(ナカラ

イテスク製品)、40℃の動粘度が2.4 mm²/s、100℃の動粘度が1.1 mm²/s、全酸価=0.04 mgKOH/gの低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験を行った。結果を第2表に示す。なお、耐熱性試験において、揮発量が大きいため、試験後の動粘度は測定できなかった。

【0135】比較例2

製造比較例1で得られたn-オクタデカン酸2-エチルヘキシルの動粘度を第1表に、低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験の結果を第2表に示す。

【0136】比較例3

オレイン酸メチル〔試薬「オレイン酸メチル」(ナカライテスク製品)、40℃の動粘度が4.3 mm²/s、100℃の動粘度が1.7 mm²/s、全酸価=0.06 mgKOH/g)の低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験を行った。結果を第2表に示す。

【0137】比較例4

ポリ-α-オレフィン(モービル製「SHF-20」、40℃の動粘度が5.2 mm²/s、100℃の動粘度

が1.7 mm²/s、全酸価=0.01 mgKOH/g)の低温流動性試験、耐熱性試験、潤滑性試験を行った。結果を第2表に示す。

【0138】本発明の軸受用潤滑油は、第1表で明らかのように、広い温度範囲で低粘度であり、且つ、第2表より明らかのように、揮発量が少なく、動粘度の変化もみられず耐熱性に優れる。又、摩擦係数が低いため潤滑性に優れることがわかる。一方、本エステルよりアルコール成分の炭素数が少ない脂肪族モノカルボン酸エステルを含有する潤滑油は耐揮発性に乏しく、本エステルより酸成分の炭素数が多い脂肪族モノカルボン酸エステルは低温での流動性に乏しい。又、本エステルと動粘度が類似した炭化水素油は耐揮発性に劣り、動粘度の変化が大きく、更には、高い摩擦係数を示し潤滑性に劣る。

【0139】

【発明の効果】本発明の軸受用潤滑油は耐熱性、潤滑性に優れ、かつ、広範囲の温度において低粘度であるため省電力性に優れた潤滑油となる。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコード(参考)

C 1 0 N 30:02
30:08
40:02

C 1 0 N 30:02
30:08
40:02

(72) 発明者 富澤 廣隆

京都府京都市伏見区葭島矢倉町13番地 新
日本理化株式会社内

Fターム(参考) 3J011 AA06 LA01 MA22

4H104 BB32A BB33A BB34A EA03A
LA01 LA04 PA01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.